

Πανελλήνιο Συνέδριο της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση

Τόμ. 13 (2024)

13ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση: ΠΡΑΚΤΙΚΑ

**13^ο ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟ ΣΥΝΕΔΡΙΟ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗΣ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΚΑΙ ΝΕΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ**

**Νέες Τάσεις και Έρευνα στη Μάθηση, τη Διδασκαλία
και τις Τεχνολογίες στις Φυσικές Επιστήμες**

10 - 12 Νοεμβρίου 2023

Διοργάνωση
Εργαστήριο Εκπαίδευσης και Διδασκαλίας της Φυσικής,
Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης,
Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων

Πληροφορίες
synedrio2023.enephet.gr

Τόπος διεξαγωγής
Παιδαγωγικό Τμήμα
Δημοτικής Εκπαίδευσης

ΠΡΑΚΤΙΚΑ
Επιμέλεια έκδοσης:
Κωνσταντίνος Θ. Κώτσης, Γεώργιος Στύλος,
Γεωργία Βακάρου, Λεωνίδα Γαβρίλας, Δημήτρης Πανάγου

Ιωάννινα
10 έως 12 Νοεμβρίου 2023

ΕΝΕΦΕΤ
Επίσημο για την αποδοτικότητα της
επιστημολογίας και της τεχνολογίας

**Σύνθεση και εγκυροποίηση ερωτηματολογίου
θεμάτων αστρονομίας για μαθητές
Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης**

*Εμμανουηλία Τσιριγώτη, Ελένη Πετρίδου,
Αναστάσιος Μολοχίδης*

doi: [10.12681/codiste.6983](https://doi.org/10.12681/codiste.6983)

ΣΥΝΘΕΣΗ ΚΑΙ ΕΓΚΥΡΟΠΟΙΗΣΗ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ ΘΕΜΑΤΩΝ ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑΣ ΓΙΑ ΜΑΘΗΤΕΣ ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΑΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ

Εμμανουηλία Τσιριγώτη¹, Ελένη Πετρίδου², Αναστάσιος Μολοχίδης³

¹ΠΜΣ «Διδακτική της Φυσικής και Εκπαιδευτική Τεχνολογία», ²ΕΔΠΠ, ³Αναπλ. Καθηγητής, Εργαστήριο Διδακτικής της Φυσικής και Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας Τμήμα Φυσικής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

emtsirig@physics.auth.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το ενδιαφέρον της έρευνας για την αστρονομία στην εκπαίδευση έχει οδηγήσει στην ανάπτυξη και εγκυροποίηση ερωτηματολογίων και στην χρήση αυτών σε μελέτες για την ανίχνευση εναλλακτικών αντιλήψεων και τη συνδρομή σε μαθησιακά αποτελέσματα. Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται η διαδικασία σύνθεσης ενός νέου ερωτηματολογίου για τις φάσεις και την έκλειψη της Σελήνης, το οποίο απευθύνεται σε μαθητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης και εστιάζει στη σύνδεση μεταξύ μοντέλων και φαινομένων αστρονομίας, που περιέχονται στις ερωτήσεις του ερωτηματολογίου. Το ερωτηματολόγιο εφαρμόστηκε σε δείγμα μαθητών Γ' Γυμνασίου, προκειμένου να διερευνηθεί σε ποιο βαθμό συμβάλλει η ρητή επεξήγηση των μοντέλων στη νοηματοδότηση των φαινομένων που διαπραγματεύονται.

Λέξεις κλειδιά: ερωτηματολόγιο αστρονομίας, μοντέλα, πολλαπλές αναπαραστάσεις

DEVELOPMENT AND VALIDATION OF AN ASTRONOMY QUESTIONNAIRE FOR SECONDARY EDUCATION

Emmanouilia Tsirigoti¹, Eleni Petridou², Anastasios Molohidis³

¹PGS "Didactics of Physics and Educational Technology", ²Laboratory Teaching Staff, ³Associate Professor, Laboratory of Didactics of Physics and Educational Technology School of Physics, Aristotle University of Thessaloniki

emtsirig@physics.auth.gr

ABSTRACT

The research in the field of education in astronomy has led to the development and validation of various questionnaires. These questionnaires have been used in studies to identify misconceptions, learning outcomes, etc. In this paper, the process of composing a new questionnaire of the phases of the Moon and the eclipse is being described. The questionnaire aims at secondary school students and focuses on modeling which is attempted in the representations contained in the questions. The questionnaire was administered to a sample

Keywords: astronomy questionnaire / quiz, models, multiple representations

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Θέματα αστρονομίας περιλαμβάνονται σε προγράμματα σπουδών Α/θμιας και Β/θμιας Εκπαίδευσης σε όλο τον κόσμο. Τα τελευταία χρόνια έχουν πραγματοποιηθεί πλήθος μελετών με αντικείμενο την αστρονομία στην εκπαίδευση, ανιχνεύοντας τις αντιλήψεις των μαθητών, την κατανόηση βασικών θεμάτων αστρονομίας, την επιρροή της διδασκαλίας στα μαθησιακά αποτελέσματα κλπ.

Οι αναπαραστάσεις αποτελούν ένα αναπόσπαστο κομμάτι της επιστήμης (Tang et al., 2014). Για την απεικόνιση φαινομένων αστρονομίας, όπως εξ άλλου και σύνθετων φαινομένων των φυσικών επιστημών, χρησιμοποιούνται ευρέως πολλαπλές αναπαραστάσεις (multiple representations κατά Ainsworth (1999)) αλλά και μοντέλα, που βιβλιογραφικά καταγράφονται ως αναπαραστάσεις μιας ιδέας, ενός γεγονότος ή ενός συστήματος (Gilbert et al., 1998) και αποτελούν βασικό εργαλείο της επιστημονικής έρευνας αλλά και της εκπαιδευτικής διαδικασίας (Oh & Oh, 2011). Μία από τις ευρέως χρησιμοποιούμενες αναπαραστάσεις είναι τα μοντέλα και πλήθος αυτών χρησιμοποιούνται με σκοπό την κατανόηση και αναπαράσταση φαινομένων αστρονομίας. Πολλές μελέτες υποστηρίζουν την ανάγκη ένταξης της διδασκαλίας των μοντέλων στη μάθηση των φυσικών επιστημών, με στόχο την εμπλοκή των μαθητών σε επιστημονικές πρακτικές (Campbell et al., 2015). Αποτελέσματα έχουν δείξει ότι οι μαθητές αντιμετωπίζουν τα μοντέλα ως ένα εργαλείο διευκόλυνσης μάθησης του επιστημονικού περιεχομένου και όχι ως ένα εργαλείο που χρησιμεύει στην εξαγωγή και τον έλεγχο προβλέψεων (Gogolin & Krüger, 2018).

Για τις ανάγκες της έρευνας για την αστρονομία στην εκπαίδευση έχουν δημιουργηθεί διάφορα εργαλεία συλλογής δεδομένων, μεταξύ των οποίων και ερωτηματολόγια πολλαπλής επιλογής, τα οποία θεωρούνται εύχρηστα εργαλεία. Εγκυροποιημένα ερωτηματολόγια που χρησιμοποιούνται σε διάφορες έρευνες είναι το Lunar Phases Concept Inventory (LPCI), το οποίο στοχεύει εξ ολοκλήρου στις φάσεις και την έκλειψη της Σελήνης (Lindell & Olsen, 2002), το Astronomy Diagnostic Test 2.0 (ADT2), το οποίο περιλαμβάνει ερωτήσεις βασικών θεμάτων αστρονομίας (Hufnagel, 2002), και το Test of Astronomy Standards (TOAST), οι ερωτήσεις του οποίου ελέγχουν γενικότερες γνώσεις αστρονομίας (Slater, 2014).

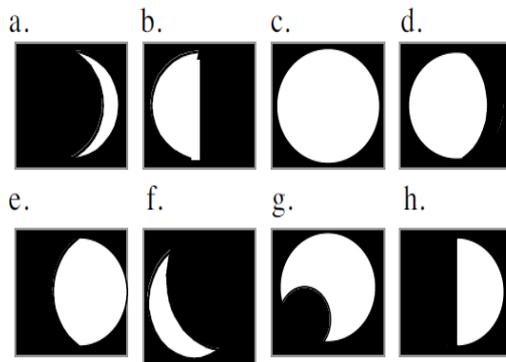
Το κενό που φαίνεται να υπάρχει στη βιβλιογραφία είναι η έρευνα της αποτελεσματικότητας της χρήσης των μοντέλων σε ερωτηματολόγια αστρονομίας. Συγκεκριμένα, παρ' όλο που στα διάφορα στοιχεία – ερωτήσεις των ερωτηματολογίων εντάσσονται μοντέλα των φαινομένων, δεν υπάρχουν έρευνες που να εξετάζουν αν οι μαθητές κατανοούν την συσχέτιση μεταξύ των μοντέλων αυτών και των φαινομένων που αναπαριστούν. Οι περισσότεροι μαθητές δεν είναι εξοικειωμένοι με τη χρήση των μοντέλων, οπότε πολλές φορές δεν έχουν τη δυνατότητα να τα ερμηνεύουν. Κατά τη διαμόρφωση ενός μοντέλου ο κατασκευαστής κωδικοποιεί τη σκέψη του, αλλά αυτό δεν προϋποθέτει ότι οποιοσδήποτε που παρατηρεί το μοντέλο αυτό μπορεί να το κατανοήσει και να το ερμηνεύσει. Στα ήδη υπάρχοντα ερωτηματολόγια επιχειρείται η χρήση μοντέλων (π.χ. Εικόνα 1), δίχως να δίνεται η εξήγηση της κωδικοποίησής τους, με αποτέλεσμα κάποιοι μαθητές, πιθανόν, να μην μπορούν να απαντήσουν κάποια ερώτηση, λόγω αδυναμίας κατανόησης του μοντέλου και όχι της ερώτησης σε σχέση με το φαινόμενο αστρονομίας. Για παράδειγμα, στην Εικόνα 1, φαίνεται μία ερώτηση που περιλαμβάνει το LPCI και στο οποίο περιέχεται το μοντέλο των φάσεων της Σελήνης, χωρίς όμως να δίνεται η εξήγηση του μοντέλου. Υπάρχει αντίφαση στην αναπαράσταση της Σελήνης στα επί μέρους σχήματα ως κάτι μαύρο (σκοτεινό) μπροστά στον άσπρο (φωτεινό) Ήλιο, και στη ρητή αναφορά «η Σελήνη εμφανίζεται τελείως σκοτεινή» στην σωστή απάντηση (i). Η Σελήνη δεν εμφανίζεται σκοτεινή / μαύρη στη Νέα Σελήνη. Δεν είναι ορατή γιατί το τμήμα της Σελήνης, που βλέπουμε από τη Γη, είναι η μη φωτισμένη πλευρά της

Σελήνης και στο στερέωμα βρίσκεται πολύ κοντά στον Ήλιο ώστε το ηλιακό φως (ηλιακή λάμψη) να μας επιτρέπει να τη δούμε (πρβλ. και Εικόνα 2, από <https://www.timeanddate.com/astronomy/moon/new-moon.html>).

Στο πλαίσιο αυτό, έχει ερευνητικό ενδιαφέρον η σύνθεση ενός ερωτηματολογίου που απευθύνεται σε μαθητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης με τη χρήση μοντέλων σε συνδυασμό με την επεξήγηση του κώδικα ανάγνωσής τους. Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται η διαδικασία σύνθεσης ερωτηματολογίου αστρονομίας με θέμα τις φάσεις και την έκλειψη της Σελήνης. Συγκεκριμένα, παρουσιάζονται ενδεικτικά κάποια σημεία της εισαγωγής και το σκεπτικό πίσω από το οποίο δημιουργήθηκαν τα στοιχεία του ερωτηματολογίου. Ο στόχος που διατρέχει την εργασία είναι η διερεύνηση της επίδρασης της επεξήγησης ή μη των μοντέλων που χρησιμοποιούνται σε ερωτηματολόγιο αστρονομίας στη νοηματοδότηση των θεμάτων που διαπραγματεύεται σε αυτό.

Εικόνα 1. Παράδειγμα ερώτησης με χρήση μοντέλων, δίχως εξήγηση (από το LPCI)

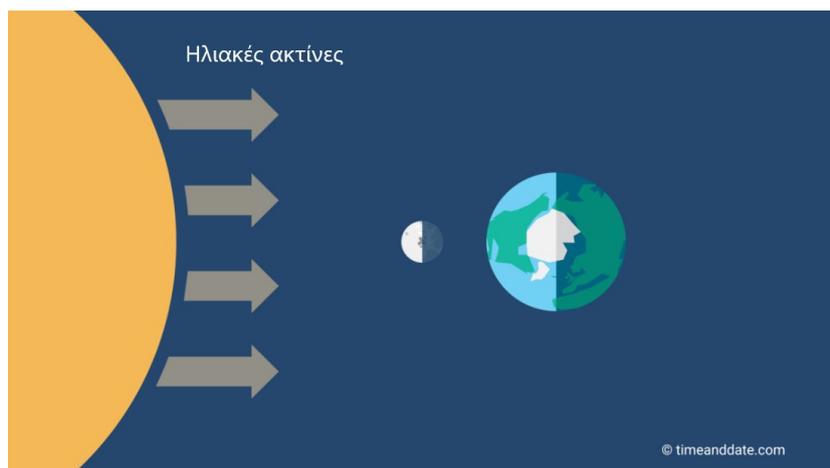
Όταν η Σελήνη φαίνεται να καλύπτει πλήρως τον Ήλιο (έκλειψη), η Σελήνη πρέπει να εμφανίζεται στη φάση:



- i. Η Σελήνη εμφανίζεται τελείως σκοτεινή (Νέα Σελήνη)
- j. Μπορεί να έχει οποιοδήποτε σχήμα / φάση.

Lindell & Olsen (2002): LPCI, ερώτηση 6, σωστή απάντηση η i

Εικόνα 2. Σχηματική αναπαράσταση της φάσης Νέα Σελήνη.



(Από <https://www.timeanddate.com/astronomy/moon/new-moon.html>)

Το ερευνητικό ερώτημα είναι: Πόσο συμβάλλει η ρητή επεξήγηση των μοντέλων που χρησιμοποιούνται σε ένα ερωτηματολόγιο αστρονομίας στη νοηματοδότηση των φαινομένων που διαπραγματεύεται;

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Με σκοπό τη δημιουργία των στοιχείων του ερωτηματολογίου, αρχικά έγινε μία μελέτη των ήδη υπαρχόντων αντίστοιχων ερωτηματολογίων. Συγκεκριμένα, επιλέχθηκαν τα ερωτηματολόγια LPCI, ADT2 και TOAST, τα οποία αναφέρθηκαν και παραπάνω, ως τα ερωτηματολόγια με τη μεγαλύτερη συσχέτιση με το ζητούμενο περιεχόμενο, το οποίο είναι οι φάσεις και η έκλειψη της Σελήνης. Επιπλέον, στα ερωτηματολόγια αυτά έχει επιλεχθεί ένταξη στοιχείων – ερωτήσεων στα οποία έχει γίνει χρήση αναπαραστάσεων. Αναζητήθηκαν και μελετήθηκαν τα ερευνητικά άρθρα σύνθεσης και εγκυροποίησης των ερωτηματολογίων και στη συνέχεια επιλέχθηκαν ενδεικτικές μελέτες στις οποίες χρησιμοποιήθηκε κάθε ένα από τα αναφερθέντα ερωτηματολόγια.

Στο πρώτο βήμα ανάλυσης των υπαρχόντων ερωτηματολογίων εξετάστηκε αν το μοντέλο που έχει χρησιμοποιηθεί βοηθάει τον μαθητή να κατανοήσει την συσχέτισή του με το φαινόμενο που αναπαριστά, απ' τη στιγμή που αυτή φαίνεται να θεωρείται δεδομένη και δεν έχει δοθεί η επεξήγηση της νοηματικής απόδοσης του μοντέλου, όπως φαίνεται και στο παράδειγμα που δόθηκε παραπάνω.

Για την εξασφάλιση της νοηματοδοτούμενης, για τους μαθητές, χρήσης μοντέλων, το νέο ερωτηματολόγιο που κατασκευάστηκε διαθέτει, πριν τις ερωτήσεις, μία καθοδηγητική εισαγωγή στην οποία παρουσιάζονται τα μοντέλα με την επεξήγησή τους. Με τη νοηματοδοτούμενη χρήση μοντέλων αναφερόμαστε στην κατανόηση και την επεξεργασία των πληροφοριών που αντλούνται μέσα από τα μοντέλα και όχι στην επιφανειακή χρήση τους. Ζητούμενο σε αυτό το σημείο αποτελεί η κατανόηση της αντιστοίχισης του μοντέλου με το πραγματικό φαινόμενο από τον μαθητή, οπότε κρίθηκε απαραίτητη η ένταξη φωτογραφιών (ειδικότερα στο φαινόμενο των φάσεων της Σελήνης). Ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε στη σχετική θέση Γης – Ηλίου – Σελήνης αλλά και στο επίπεδο παρατήρησης, σε μια προσπάθεια αντιμετώπισης της δυσκολίας που εμφανίζουν οι μαθητές στην κατανόηση του φαινομένου της φάσης ή της έκλειψης της Σελήνης ανάλογα με τη θέση παρατήρησης των τριών ουράνιων σωμάτων. Γενικότερα, κατά τη διαμόρφωση των ερωτήσεων και των αντίστοιχων μοντέλων, λήφθηκαν υπόψιν οι γνωστές από τη βιβλιογραφία εναλλακτικές ιδέες των μαθητών και οι δυσκολίες που συναντούν σχετικά με την εξήγηση των φάσεων και την έκλειψη της Σελήνης. Στοχεύουμε στον εντοπισμό των εναλλακτικών ιδεών των μαθητών ή/και στην άρση αυτών. Για παράδειγμα, κρίθηκε απαραίτητη η χρήση έγχρωμων αναπαραστάσεων των φάσεων της Σελήνης, σε διαφορετικές ώρες κατά τη διάρκεια της ημέρας, στοχεύοντας στην εναλλακτική ιδέα των μαθητών ότι η Σελήνη, σε οποιαδήποτε φάση της, μπορεί να παρατηρηθεί μόνο νύχτα (Camino, 1995, από Pena & Quilez, 2001).

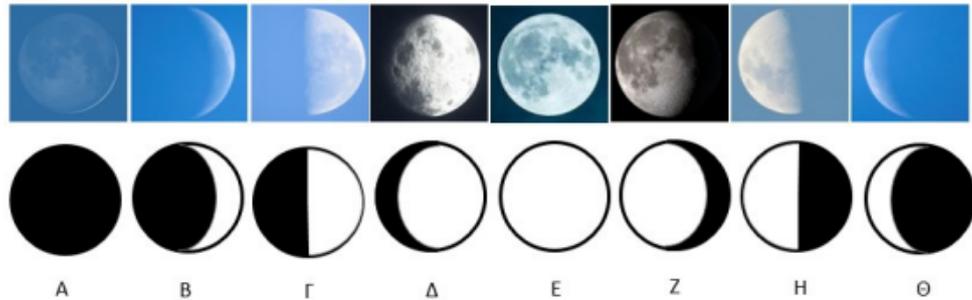
Το νέο ερωτηματολόγιο απευθύνεται σε μαθητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης και εστιάζει στις φάσεις και την έκλειψη της Σελήνης και πιο συγκεκριμένα στη σχετική θέση Γης – Ηλίου – Σελήνης. Περιλαμβάνει 20 ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής στις οποίες περιλαμβάνονται έγχρωμες αναπαραστάσεις. Καινοτόμο στοιχείο αποτελεί η ενσωμάτωση της επεξηγηματικής εισαγωγής των περιεχόμενων μοντέλων. Στην Εικόνα 3 παρουσιάζεται ένα κομμάτι της επεξηγηματικής εισαγωγής του νέου ερωτηματολογίου.

Εικόνα 3. Μέρος της επεξηγηματικής εισαγωγής του νέου ερωτηματολογίου

Το μοντέλο

Ο Ήλιος φωτίζει πάντα την μισή επιφάνεια της Σελήνης, όπως και της Γης. Ο παρατηρητής όμως από τη Γη βλέπει όλη τη φωτιζόμενη επιφάνεια ή μέρος της ή και καθόλου ανάλογα με τη θέση του στη Γη.

Το άσπρο μέρος του κύκλου απεικονίζει το φωτεινό μέρος της Σελήνης που βλέπει ο παρατηρητής από τη Γη, ενώ αντίστοιχα το μαύρο μέρος του κύκλου απεικονίζει το σκοτεινό μέρος της Σελήνης το οποίο δεν φαίνεται από τη Γη. Η παρακάτω εικόνα δίνει τη συσχέτιση της φωτογραφίας με το αντίστοιχο μοντέλο.



Όπως προαναφέρθηκε, το ερωτηματολόγιο εστιάζει στην σχετική θέση Γης – Ηλίου – Σελήνης, επομένως, βασικό στοιχείο της εισαγωγής αποτέλεσε η παρουσίαση της κάτοψης της σχετικής θέσης των τριών ουράνιων σωμάτων, αλλά και της πλάγιας όψης, ως μοντέλο με μεγαλύτερη ερμηνευτική ισχύ όσον αφορά την έκλειψη της Σελήνης. Στο νέο ερωτηματολόγιο επιχειρείται η χρήση του μοντέλου της πλάγιας όψης όχι μόνο σε ερωτήσεις που αφορούν την έκλειψη της Σελήνης, όπου είναι η συνήθης χρήση του, αλλά και σε ερωτήσεις, στις οποίες το μοντέλο μπορεί να δοθεί τροποποιημένο με τη Γη και τη Σελήνη να μπορούν να απεικονιστούν σε οποιαδήποτε σχετική θέση. Στη συνέχεια παρατίθεται μία ερώτηση του ερωτηματολογίου (Εικόνα 4), όπου χρησιμοποιείται το μοντέλο της πλάγιας όψης των τριών ουράνιων σωμάτων και ελέγχεται αν ο μαθητής μπορεί να αντιληφθεί ότι, από τη Γη παρατηρείται το πρώτο τέταρτο.

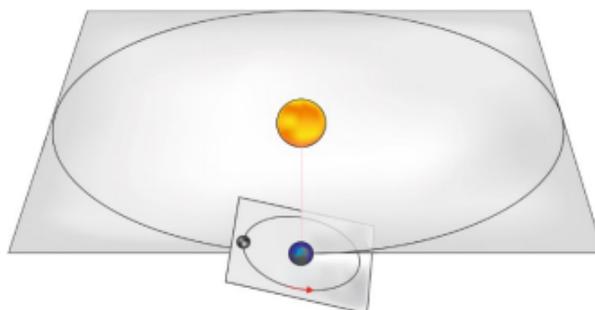
Εικόνα 4. Ερώτηση του νέου ερωτηματολογίου



Αν η θέση Ηλίου – Γης – Σελήνης είναι αυτή που φαίνεται στη διπλανή εικόνα, τότε η φάση της Σελήνης που παρατηρείται από τη Γη είναι η:

- A) A E) E
- B) B ΣΤ) Ζ
- Γ) Γ Ζ) Η
- Δ) Δ Η) Θ

Θ) καμία από τις παραπάνω, θα πραγματοποιηθεί έκλειψη Σελήνης.



Οι 20 ερωτήσεις του ερωτηματολογίου, οι περισσότερες από τις οποίες περιέχουν αναπαραστάσεις, διαχωρίζονται σε 5 ομάδες (clusters) με βάση το περιεχόμενο (Πίνακας 1).

Πίνακας 1. Περιεχόμενο των clusters των ερωτήσεων

Cluster	Περιεχόμενο
1	Σχετική θέση Γης – Ηλίου – Σελήνης → Παρατηρούμενη φάση Σελήνης
2	Φάση Σελήνης → Σχετική θέση Γης – Ηλίου – Σελήνης
3	Επίπεδο παρατήρησης → Σχετική θέση Γης – Ηλίου – Σελήνης → Παρατηρούμενη φάση Σελήνης
4	Σχετική θέση Γης – Ηλίου – Σελήνης → Έκλειψη Σελήνης
5	Επίπεδο παρατήρησης → Προϋποθέσεις παρατήρησης έκλειψης Σελήνης

ΕΦΑΡΜΟΓΗ

Το ερωτηματολόγιο διαμορφώθηκε στην εφαρμογή Google-forms και διαμοιράστηκε στους μαθητές μέσω της πλατφόρμας του e-class. Το δείγμα της έρευνας αποτελούταν από 40 μαθητές της Γ' τάξης του Γυμνασίου ενός δημόσιου σχολείου της Θεσσαλονίκης. Η συμπλήρωση του ερωτηματολογίου έγινε ανώνυμα, ασύγχρονα και διαδικτυακά, εκτός σχολικού ωραρίου. Για να ελεγχθεί το ζητούμενο, δηλαδή η χρησιμότητα της επεξηγηματικής εισαγωγής, διαμορφώθηκαν δύο ομάδες. Η ομάδα ελέγχου περιελάμβανε 25 μαθητές, οι οποίοι συμπλήρωσαν το ερωτηματολόγιο χωρίς την εισαγωγή. Στην πειραματική ομάδα, η οποία περιελάμβανε 15 μαθητές, δόθηκε το ερωτηματολόγιο με την επεξηγηματική εισαγωγή. Καθώς το δείγμα ήταν μικρό ελέγχθηκε η ισοδυναμία των δύο ομάδων.

Μαζί με το νέο ερωτηματολόγιο οι μαθητές συμπλήρωσαν και τέσσερις ερωτήσεις από τα υπάρχοντα εκγυροποιημένα ερωτηματολόγια (ADT2, LPCI, TOAST), με περιεχόμενο σχετικό με το νέο. Συγκρίνοντας τις δύο ομάδες ελέγχου, ως προς τις απαντήσεις τους στις τέσσερις αυτές ερωτήσεις, δεν βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά, επομένως το δείγμα κρίθηκε ομοιογενές.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ & ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια του λογισμικού SPSS. Ακολουθήθηκε η κατηγορική καταγραφή των δεδομένων, επομένως κάθε λανθασμένη απάντηση αντιστοιχούσε στην τιμή 0, ενώ κάθε σωστή στην τιμή 1. Πραγματοποιώντας έλεγχο t ανεξάρτητων δειγμάτων προέκυψε ότι ο μέσος όρος της πειραματικής ομάδας ($M = 7,88$) ήταν μεγαλύτερος από αυτός της ομάδας ελέγχου ($M = 5,8$), με στατιστικά σημαντική διαφορά ($p = 0,018 < 0,05$).

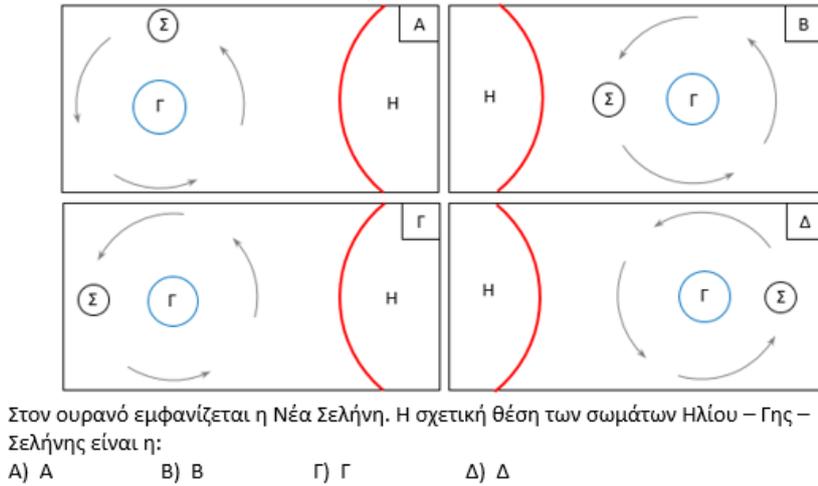
Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η εισαγωγή του ερωτηματολογίου, η οποία περιέχει τη ρητή επεξήγηση των μοντέλων, μπορεί να συμβάλλει ως έναν βαθμό στη νοηματοδότηση των φαινομένων που διαπραγματεύονται.

Αναλύοντας τα αποτελέσματα ανά ερώτηση διαφάνηκαν ερωτήσεις με στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο ομάδων, όπου φαίνεται η επεξηγηματική εισαγωγή να βοήθησε τους μαθητές της πειραματικής ομάδας. Ωστόσο, υπήρχαν και ερωτήσεις, όπως αυτή της Εικόνας 4, όπου η ομάδα ελέγχου που δεν είχε την εισαγωγή εμφάνισε μεγαλύτερο ποσοστό σωστών απαντήσεων. Μία εξήγηση που θα μπορούσαμε να δώσουμε είναι ότι οι μαθητές της πειραματικής ομάδας μελετώντας την εισαγωγή, “κλείδωσαν” στο μοντέλο της πλάγιας όψης ως εργαλείο για την εξήγηση των εκλείψεων και ίσως εν τέλει αυτό να ήταν που τους εμπόδιζε να αντιληφθούν τον μηχανισμό του μοντέλου ώστε να μπορούν να το χρησιμοποιούν τροποποιημένο σε σχέση με αυτό που παρουσιάζεται στην εισαγωγή.

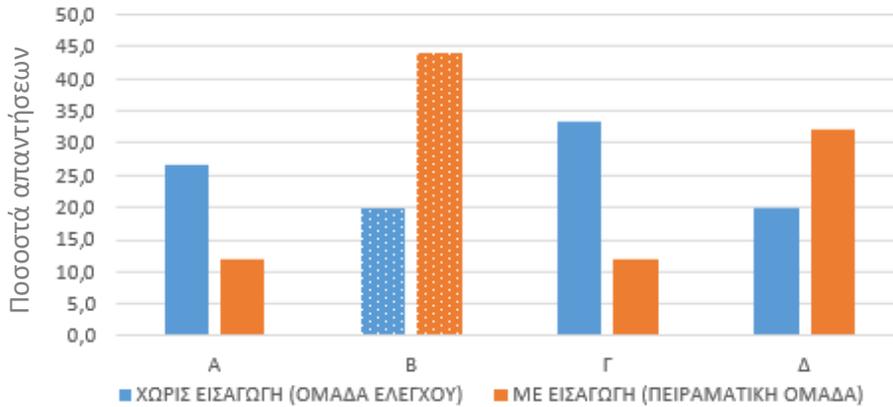
Παρακάτω παρατίθεται ενδεικτικά δύο από τις ερωτήσεις του ερωτηματολογίου με τα αντίστοιχα ποσοστιαία ραβδογράμματα των απαντήσεων των δύο ομάδων (Εικόνες 5 και 6). Με διάστικτο γέμισμα φαίνεται η σωστή

Η ερώτηση της Εικόνας 5α του ερωτηματολογίου περιέχει το μοντέλο της κάτοψης της σχετικής θέσης των τριών ουράνιων σωμάτων το οποίο παρουσιάζεται με κάποιες τροποποιήσεις (αλλαγή της θέσης του Ήλιου). Στην Εικόνα 5β παρουσιάζεται το ραβδόγραμμα των ποσοστών των απαντήσεων των δύο ομάδων. Φαίνεται η εισαγωγή να βοήθησε τους μαθητές της πειραματικής ομάδας να κατανοήσουν τον μηχανισμό του μοντέλου κι έτσι να το χρησιμοποιούν ακόμα κι αν τους δίνεται τροποποιημένο.

Εικόνα 5α. Ερώτηση του νέου ερωτηματολογίου, με χρήση του μοντέλου της κάτοψης της σχετικής θέσης των τριών ουράνιων σωμάτων με αλλαγή στη θέση του Ήλιου

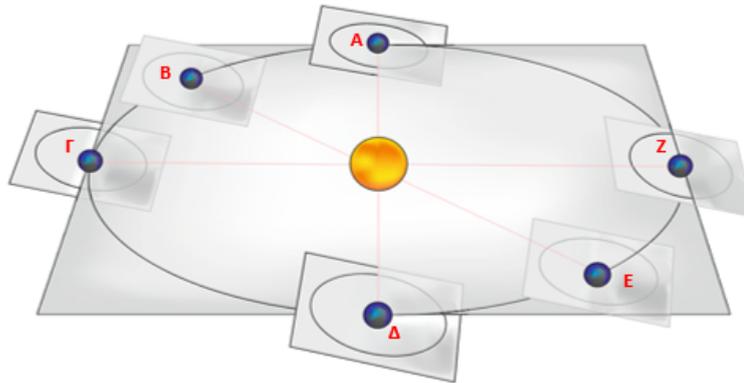


Εικόνα 5β. Ποσοστιαίο διάγραμμα των απαντήσεων των δύο ομάδων ελέγχου ερώτησης του νέου ερωτηματολογίου με σημαντική διαφορά υπέρ της πειραματικής ομάδας



Η ερώτηση της Εικόνας 6α περιέχει το μοντέλο της πλάγιας όψης των τριών ουράνιων σωμάτων. Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, οι μαθητές δυσκολεύτηκαν στη διαχείριση του μοντέλου που απεικονίζει την τρισδιάστατη μορφή του φαινομένου. Σε αυτήν την περίπτωση, η εισαγωγή δεν φαίνεται να συνέβαλλε στην κατανόηση του μηχανισμού του μοντέλου. Στην Εικόνα 6β παρουσιάζεται το ραβδόγραμμα των ποσοστών των απαντήσεων των δύο ομάδων. Το αποτέλεσμα συμφωνεί με τη βιβλιογραφία, σύμφωνα με την οποία, οι μαθητές δυσκολεύονται να αντιληφθούν τα φαινόμενα τα οποία περιλαμβάνουν την κατανόηση των τρισδιάστατων χωρικών σχέσεων και προσανατολισμών μεταξύ των ουράνιων σωμάτων (Yu, 2005).

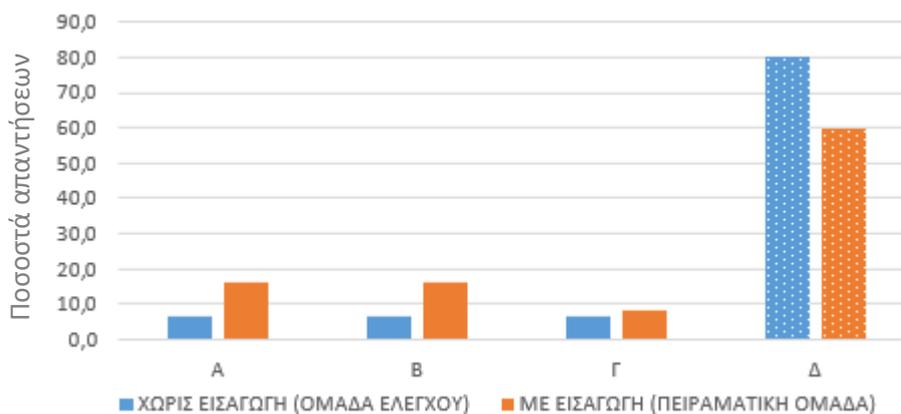
Εικόνα 6α. Ερώτηση του νέου ερωτηματολογίου, με χρήση του μοντέλου της πλάγιας όψης της σχετικής θέσης των τριών ουράνιων σωμάτων με αλλαγή στη θέση του Ήλιου



Για να παρατηρηθεί έκλειψη Σελήνης αρκεί η Γη να βρεθεί σε σχέση με τον Ήλιο σε μία από τις θέσεις:

- Α) Α ή Δ Β) Γ ή Ζ Γ) Β ή Ε
 Δ) δεν αρκεί αυτό, πρέπει να γνωρίζουμε και τη σχετική θέση της Σελήνης.

Εικόνα 6β. Ποσοστιαίο διάγραμμα των απαντήσεων των δύο ομάδων ελέγχου ερώτησης του νέου ερωτηματολογίου με σημαντική διαφορά υπέρ της ομάδας ελέγχου



Η επεξηγηματική εισαγωγή παίζει σημαντικό ρόλο στο να εξασφαλίσουμε το γεγονός ότι, αν ένας μαθητής απαντήσει λανθασμένα σε μία ερώτηση, αυτό μάλλον δεν οφείλεται στην αδυναμία του να αντιστοιχίσει τα στοιχεία του μοντέλου που δίνεται με τα πραγματικά στοιχεία του φαινομένου που απεικονίζεται, αφού επεξηγούνται στην εισαγωγή. Ωστόσο, παρά την στατιστικά σημαντική διαφορά που εμφανίστηκε μεταξύ των δύο ομάδων, οι μέσοι όροι και των δύο ομάδων ήταν χαμηλοί. Δεδομένου ότι στο πρόγραμμα σπουδών του ελληνικού εκπαιδευτικού συστήματος για τη δευτεροβάθμια δεν περιλαμβάνει μαθήματα αστρονομίας, κρίνεται απαραίτητη μία σχετική διδασκαλία, προκειμένου να επιτευχθεί βελτίωση των μαθησιακών αποτελεσμάτων όσον αφορά το περιεχόμενο του ερωτηματολογίου.

Τα αποτελέσματα είναι ενθαρρυντικά. Ωστόσο, περιοριστικό ρόλο στην έρευνά μας, ενδεχομένως να έπαιξε το γεγονός ότι η συμπλήρωση του ερωτηματολογίου ήταν ελεύθερη και εκτός σχολικού περιβάλλοντος, με αποτέλεσμα να μην είναι γνωστός ο χρόνος που αφιερώθηκε και η προσοχή που μπορεί να έδωσαν οι μαθητές. Για το λόγο αυτόν, κρίνεται απαραίτητη και μία δια ζώσης εφαρμογή του ερωτηματολογίου, ώστε να διασφαλιστεί η κατά το δυνατόν πιο υπεύθυνη συμμετοχή των μαθητών.

Τέλος, να επισημάνουμε ότι το μέγεθος του δείγματος δεν μας επέτρεψε να ελέγξουμε την εγκυρότητα του ερωτηματολογίου, ωστόσο τα πρώτα μας ευρήματα φαίνεται να συμφωνούν με τη βιβλιογραφία, όπως η ανάδειξη κάποιων εναλλακτικών ιδεών των μαθητών.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Ainsworth Shaaron (1999). The functions of multiple representations. *Computers & Education*, 33(2-3), 131–152. [https://doi.org/10.1016/S0360-1315\(99\)00029-9](https://doi.org/10.1016/S0360-1315(99)00029-9)
- Campbell, T., Oh, P. S., Maughn, M., Kiriazis, N., & Zuwallack, R. (2015). A review of modeling pedagogies: Pedagogical functions, discursive acts, and technology in modeling instruction. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 11(1), 159-176. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2015.1314a>
- Gilbert, J. K., Boulter, C., & Rutherford, M. (1998). Models in explanations, Part 1: Horses for courses?. *International journal of science education*, 20(1), 83-97. <https://doi.org/10.1080/0950069980200106>
- Gogolin, S., & Krüger, D. (2018). Students' understanding of the nature and purpose of models. *Journal of Research in Science Teaching*, 55(9), 1313-1338. <https://doi.org/10.1002/tea.21453>
- Hufnagel, B. (2002). Development of the astronomy diagnostic test. *Astronomy Education Review*, 1(1), 47-51. <https://doi.org/10.3847/AER2001004>
- Lindell, R. S., & Olsen, J. P. (2002). Developing the lunar phases concept inventory. In *Proceedings of the 2002 Physics Education Research Conference*. New York: PERC Publishing.
- Oh Phil Seok & Oh Sung Jin (2011). What Teachers of Science Need to Know about Models: An overview. *International Journal of Science Education*, 33(8), 1109-1130. <http://dx.doi.org/10.1080/09500693.2010.502191>
- Pena, B. M., & Gil Quilez, M. J. (2001). The importance of images in astronomy education. *International Journal of Science Education*, 23(11), 1125-1135. <https://doi.org/10.1080/09500690110038611>
- Slater, S. J. (2014). The development and validation of the Test Of Astronomy STandards (TOAST). *Journal of Astronomy & Earth Sciences Education (JAESE)*, 1(1), 1-22. <https://doi.org/10.19030/jaese.v1i1.9102>
- Tang, K. S., Delgado, C., & Moje, E. B. (2014). An integrative framework for the analysis of multiple and multimodal representations for meaning-making in science education. *Science education*, 98(2), 305-326. <https://doi.org/10.1002/sce.21099>
- Yu, K. C. (2005). Digital full-domes: The future of virtual astronomy education. *Planetarian*, 34(3), 6-11.